

# Team 6 Lit 중간 보고서

곽상열, 양교원

## 배경 및 목표

최근 인터랙티브 한 그래픽 어플리케이션의 퀄리티에 대한 사용자들의 요구사항이 올라감에 따라 하나의 프레임을 렌더링 하는 데에 많은 계산이 필요한 오프라인 렌더링 알고리즘에서 사용하는 렌더러에서 만들어내는 수준의 결과물을 실시간 렌더러에서도 가능하도록 만드는 것이 중요해졌습니다.

그리고 학계에서는 Global Illumination, Shadows, Caustics, Ambient Occlusion, Reflection 등의 사실적인 그래픽 효과들을 표현하기 위한 여러 기법들을 꾸준히 연구, 개발 해 왔습니다.

그래픽스 업계의 선두주자인 NVIDIA 에서는 실시간 레이 트레이싱을 위해 GPU(Graphics Process Unit)에 딥 러닝을 위한 Tensor Core, 광선 충돌 검사를 가속시키기 위한 RT Core 라는 하드웨어 처리 유닛들을 추가한 RTX 시리즈를 발표하였습니다.

하지만 NVIDIA 가 발표한 하드웨어 처리 유닛들을 활용하는 어플리케이션 수는 많지 않고, 해당 하드웨어 처리 유닛을 포함하고 있지 않은 GPU 에서는 낮은 퍼포먼스를 보여주기 때문에 저희는 대부분의 GPU 에서 실시간으로 GI 효과를 지원하는 실시간 물리 기반 렌더러를 만드는 것을 목표로 하고 있습니다.

저희 렌더러의 특징으로는 NVIDIA RTX 플랫폼에 독립으로 동작하는 GI (Global Illumination)솔루션을 제공합니다. GI 효과를 표현하기 위해서는 최근 많은 상용 게임 엔진에서 연구 및 개발이 활발하게 이루어진 Voxel Cone Tracing 기법을 OpenGL 기반으로 구현하려고 합니다. 또한 저희의 렌더러는 오픈소스 렌더러 프로젝트를 지향하고 있습니다.

## 기술 조사 및 분석

저희는 실시간 GI 를 구현하기 위한 몇가지 알고리즘을 조사해보았습니다.

- Baked Lighting : 이 기법은 퀘이크(1996)에서부터 대중화된 직/간접광 효과를 실시간으로 보여주기 위한 본적인 기법으로 정적인 장면의 라이팅 정보들을 사전에 계산해두고, 정적인 자료구조들에 저장해둔 후 Fragment 셰이더에서 이를 사용하는 방식으로 구현됩니다. 하지만 물체가 움직이거나 재질이 실시간으로 바뀌기 시작한다면 정적인 기법들은 의미가 없어진다는 단점이 있습니다.
- Pre-computed Visibility : GI 효과를 계산하는데에 가장 코스트가 큰 부분은 표면 사이의 가시성을 결정하는 부분입니다. 이 기법은 광원들과 재질들로부터 표면과 표면 사이의 가시성 계산을 분리하여 이를 사전에 계산해두고 저장한 후, 런타임에 재질과 직접광 정보를 결합시킵니다. 그래서 이 기법은 재질 정보과 직접광 정보를 실시간으로 업데이트 해 줄 수 있으나 가시성을 사전에 계산하기 위해서는 장면에 충분한 수의 정적인 물체들이 있어야하기 때문에 절차적으로 물체가 생성되거나 완전히 동적인 경우에는 맞지 않다는 단점이 있습니다.
- Light Propagation Volumes : 이 기법은 가상의 Point Light 를 각 셀 단위로 합쳐 3 차원 데이터 구조에 저장한 후 반복적으로 주변 셀들에 전파해 나가는 식으로 GI 효과를 만들어냅니다. 이 기법은 앞의 두 기법과는 다르게 광원과 재질, 오브젝트들이 모두 런타임에 동적일 수 있습니다. 그리고 복잡한 지오메트리에서도 상대적으로 안정적으로 작동합니다. 하지만 메모리 제한으로 셀을 작게 설정하는데에 한계가 있으므로 빛이나 그림자 leaking 현상이 발생합니다.

- Voxel Cone Tracing : 이 기법은 Light Propagation Volume 과 비슷한 기법입니다. LVP 에서는 각 셀들에 대해 라이팅을 계산하고 간접광 결과를 단순히 볼륨 텍스처를 lookup 하여 가져오지만, Volume Cone Tracing 의 경우 실제 지오메트리가 존재하는 영역에서만 라이팅 계산을 시행하게 됩니다. 덕분에 동일한 메모리코스트로 LPV 보다 더 높은 공간 해상도를 확보할 수 있고, LPV 보다 더 높은 품질로 부드러운 라이팅 결과물을 만들어낼 수 있습니다. 하지만 단점으로는 고퀄리티의 결과를 뽑기 위해 아주 큰 메모리 공간이 필요하고 계산시간이 오래 걸리며, 중간 수준의 품질에서는 여전히 빛 leaking 문제가 있습니다. 그러나 최근에 많은 엔진들이 이 기법을 사용한 GI 로 많은 연구와 개발이 이루어지고 있습니다.

## 멘토링

멘토님과의 멘토링 통해서 저희는 해당 프로젝트의 전체적인 진행 방향, 목표설정 및 필요성을 어떻게 어필할 수 있을지에 대해서 조언을 받았습니다.

그리고 이전에 개발된 렌더러와 어떻게 차별점을 줄 수 있을지에 대한 조언을 받을 수 있었습니다.

또한 멘토님께서 엔비디아에서 진행하는 컨퍼런스인 GTC 를 들어보고 현재 트렌드에 대해서도 살펴보라고 하셔서 저희 팀원은 해당 컨퍼런스를 참여하기로 하였습니다.